



SEMINAR TUGAS AKHIR

Bidang Minat : Rekayasa Bahan



Fabrikasi *Dye-Sensitized Solar Cells* (DSSC) Berbasis *Nanorod ZnO* (Oksida Seng) dengan Variasi Metode Preparasi Pasta

Robert Mahendra

2410100024

Dosen Pembimbing

Dr. Ing. Doty Dewi Risanti, ST. MT

Dyah Sawitri, ST. MT

PENDAHULUAN

Latar Belakang

- Hingga tahun 2030 permintaan energi dunia meningkat sebesar 45% atau rata-rata mengalami peningkatan sebesar 1,6% per tahun.
- Sekitar 80% kebutuhan energi dunia tersebut dipasok dari bahan bakar fosil

**0,1 % Permukaan
Bumi**

-



- **Keterbatasan** 
- **Silikon di Alam**
- **Teknologi Sulit**
- **Fabrikasi Mahal**



Sel Surya Silikon

Anggoro, M. I. ... Abdullah ...
... Aplikasi ...
... Metal, ZnO ...

2. Pengantar ...
... Solar Cell.

Bandung : Institut Teknologi Bandung.

TiO_2

ZnO

Efisiensi

11 %

0,4 – 5,8 %

3,0 – 3,2

Band Gap

3,2 – 3,3

Ketersediaan Dye Melimpah di Alam

**Mobilitas
Elektron**

0,1-4 cm^2/Vs

205-300

Fabrikasi Mudah dan Terjangkau

and charge
science and

PENDAHULUAN

Rumusan Masalah

- Bagaimana metode sintesis nanorod ZnO yang digunakan.
- Bagaimana metode preparasi pasta pada DSSC berbasis nanorod ZnO.
- Berapa rentang temperatur anil yang dipilih pada fabrikasi fotoelektroda ZnO.

1. Untuk mengetahui proses sintesis nanorod ZnO.
2. Untuk menganalisa pengaruh preparasi pasta pada DSSC berbasis nanorod ZnO.
3. Untuk menganalisa pengaruh temperatur pada DSSC berbasis ZnO.

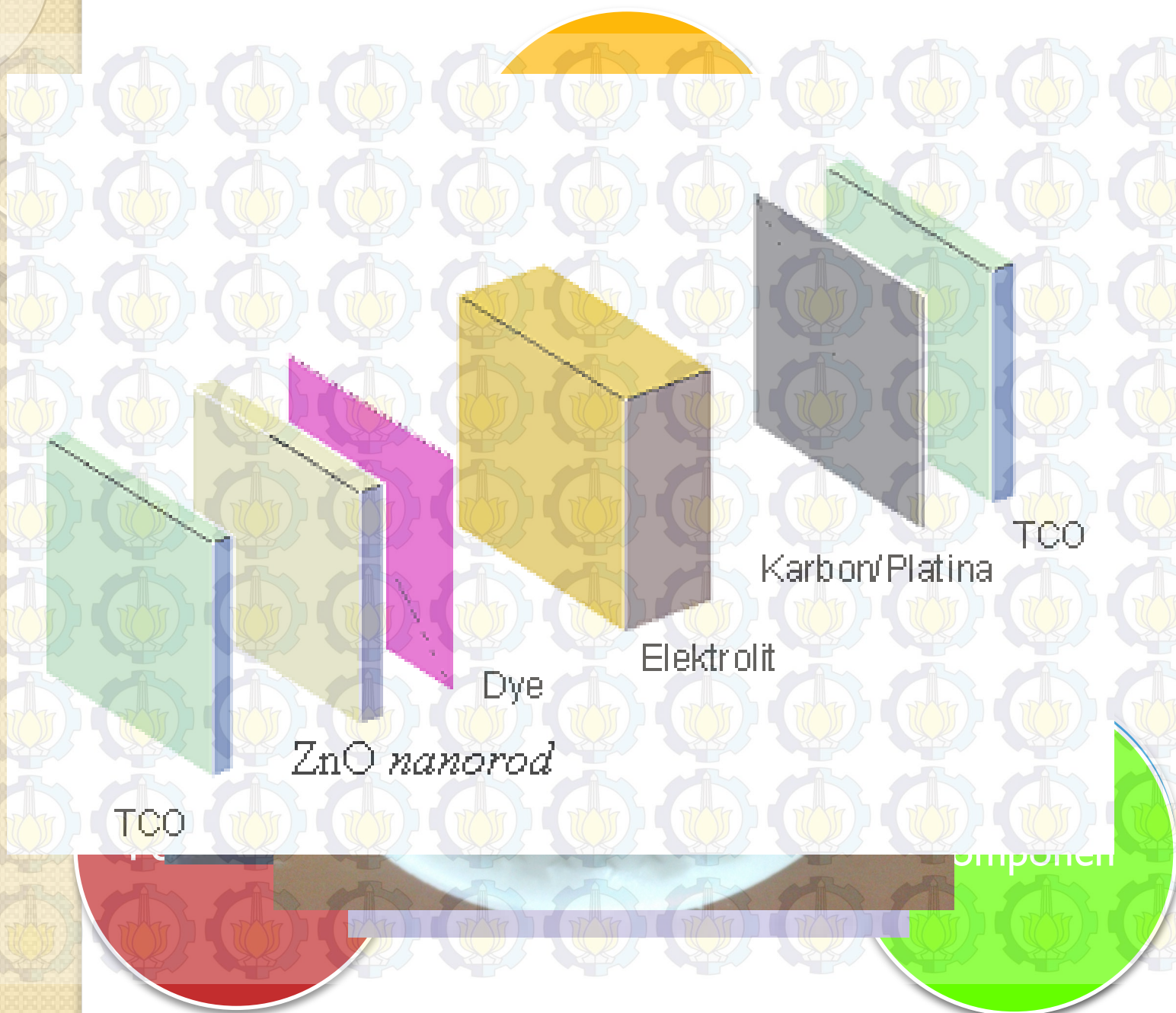
TUJUAN

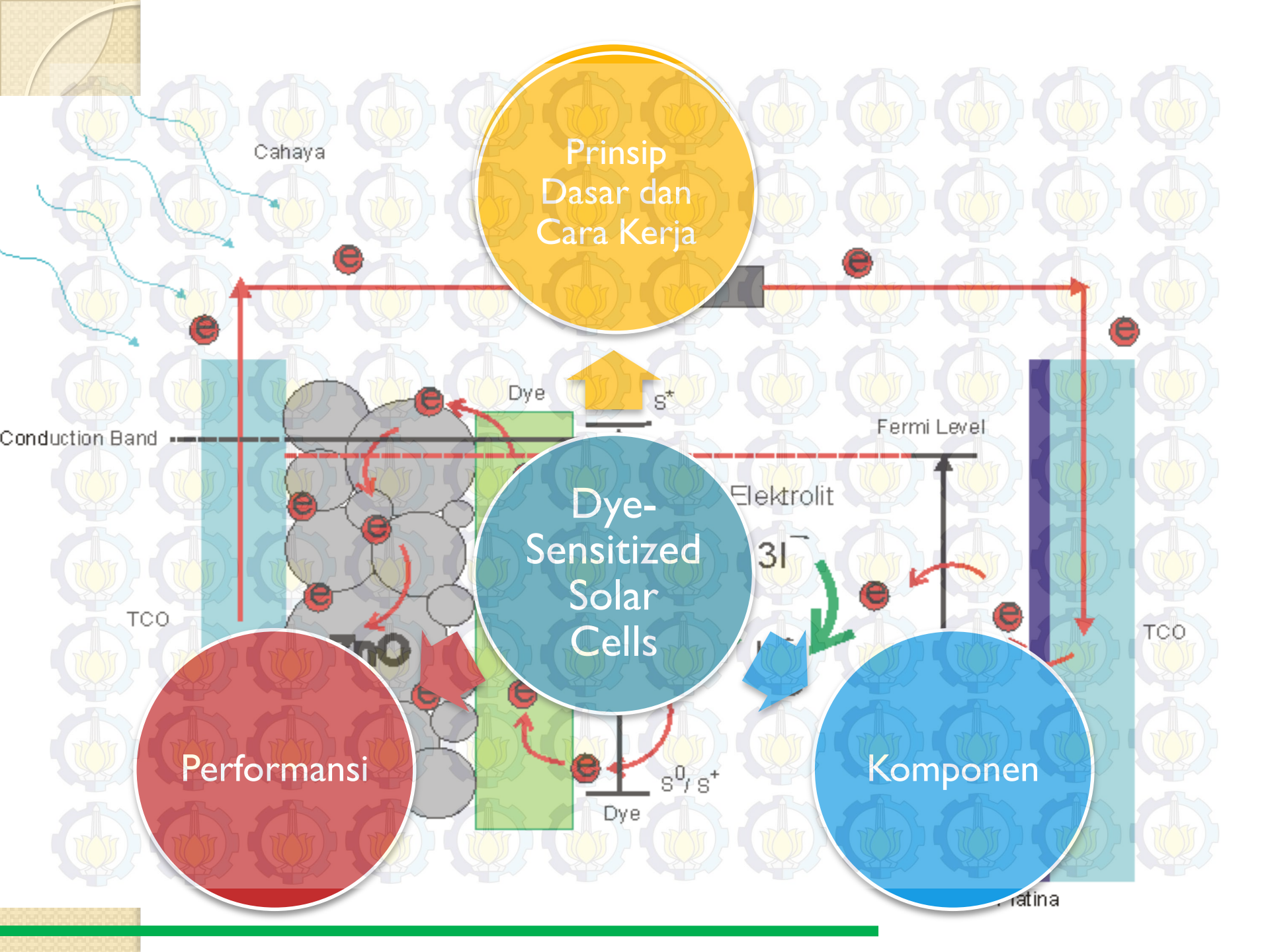
PENDAHULUAN

PENDAHULUAN

Batasan Masalah

- Jenis dye yang digunakan yaitu ekstrak dye manggis
- Pelapisan ZnO pada kaca TCO menggunakan metode *doctor blade*
- ZnO yang digunakan berasal dari sintesis *Zink Asetat*
- Perlakuan panas yang diberikan adalah *Annealing*





Cahaya

Prinsip
Dasar dan
Cara Kerja

Dye

S^+

Conduction Band

Fermi Level

Dye-
Sensitized
Solar
Cells

Elektrolit

$3I^-$

TCO

TiO_2

TCO

Performansi

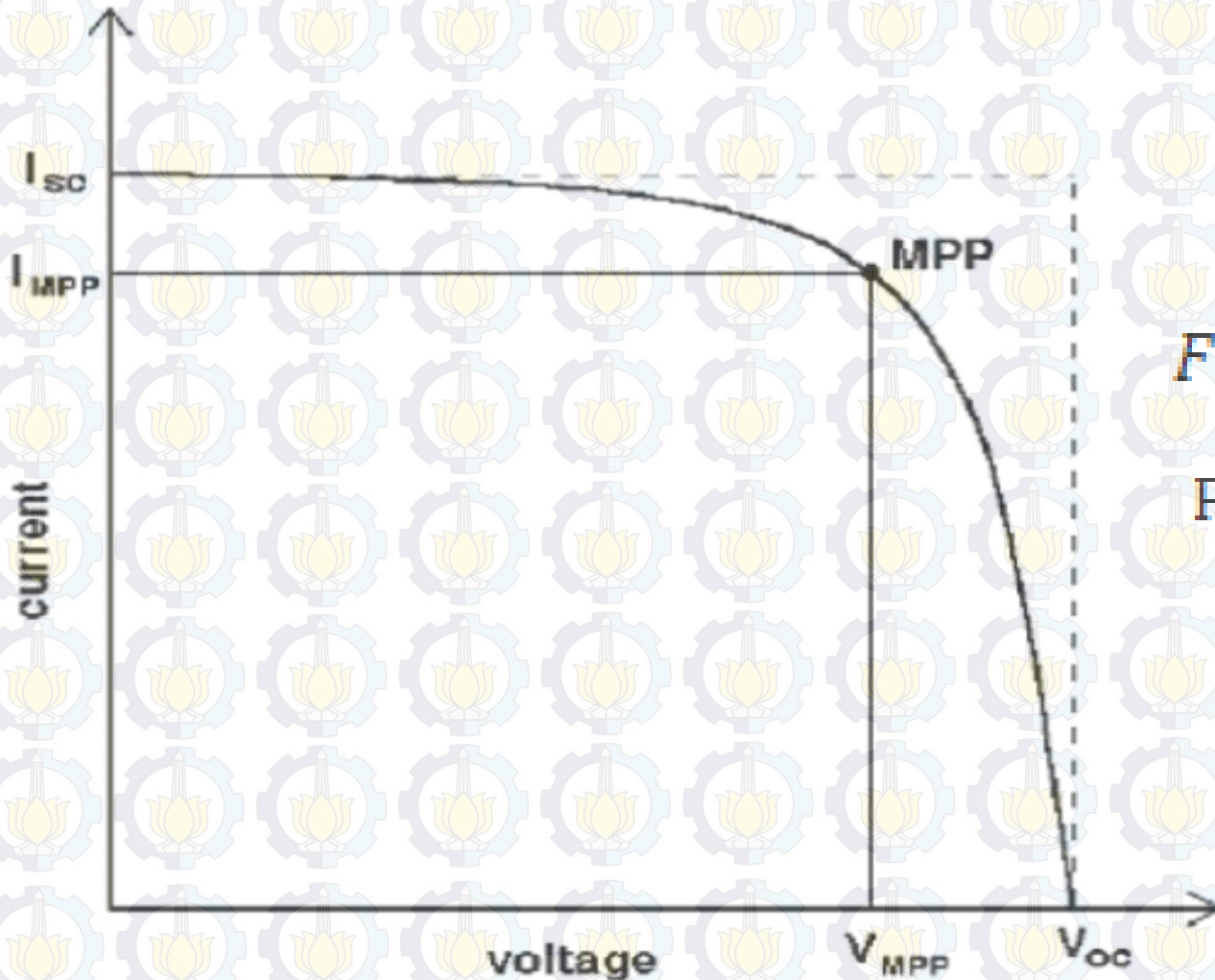
Dye

S^0/S^+

Komponen

Katoda

Prinsip Dasar dan



$$FF = \frac{V_{max} \times I_{max}}{V_{oc} \times I_{sc}}$$

$$P_{MAX} = V_{oc} \cdot I_{sc} \cdot FF$$

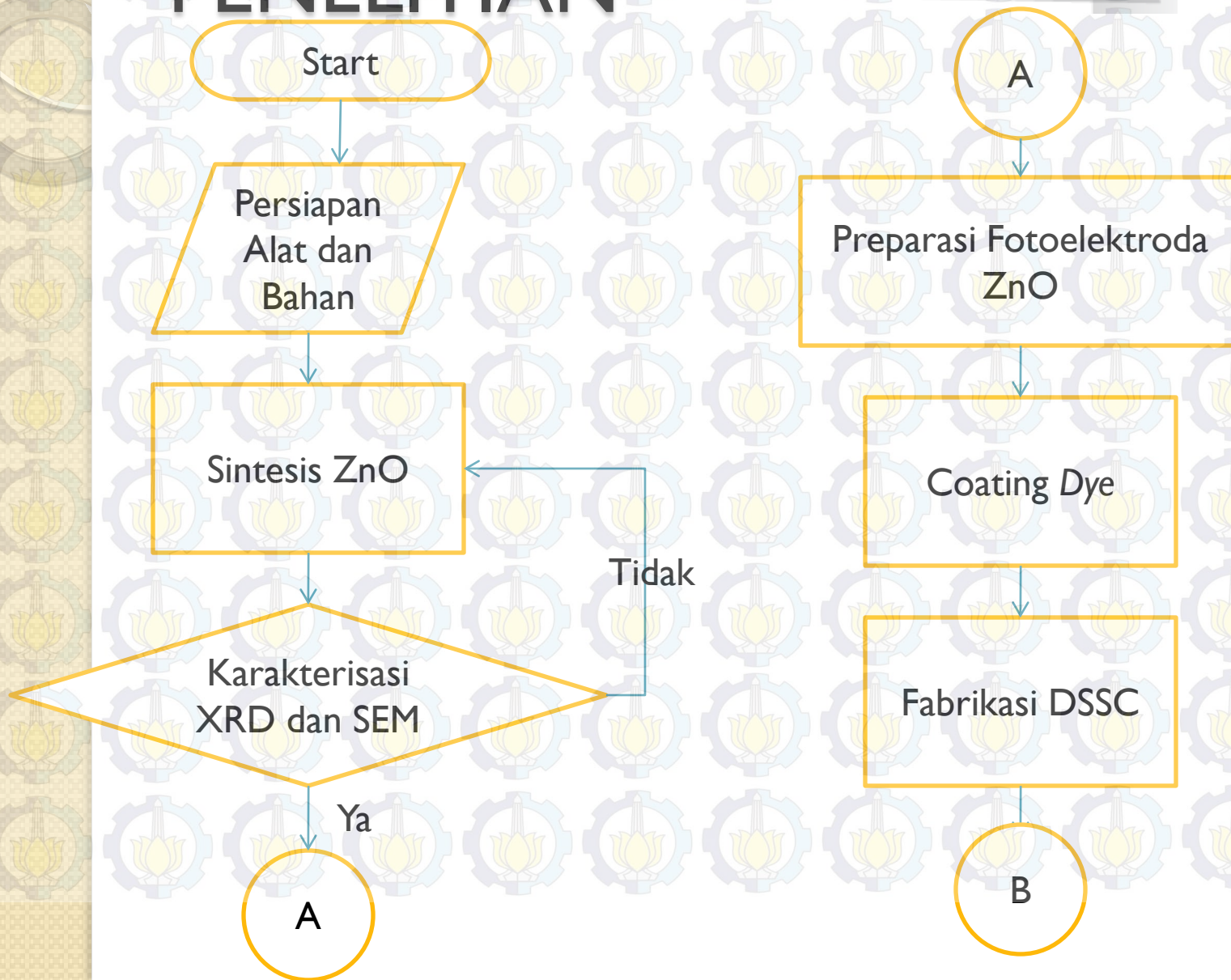
$$\eta = \frac{P_{MAX}}{P_{cahaya}}$$

mpnen

Heat Treatment

- Merupakan proses pengubahan sifat dengan cara mengubah struktur mikro melalui proses pemanasan dan pengaturan kecepatan pendinginan.
- Dapat menghilangkan impuritas sehingga kemurnian sifat terjaga
- Salah satu jenisnya ialah perlakuan panas Annealing
- Pada DSSC, berpengaruh pada jumlah butir, kemampuan absorbansi dye, dan kerapatan arus

METODOLOGI PENELITIAN



METODOLOGI PENELITIAN

B

```
graph TD; B((B)) --> A[Karakterisasi daerah Sensitivitas Spektrum DSSC dengan IPCE]; A --> C[Pembahasan Pengaruh Pasta dan Perlakuan Panas terhadap Performansi DSSC]; C --> D[Kesimpulan];
```

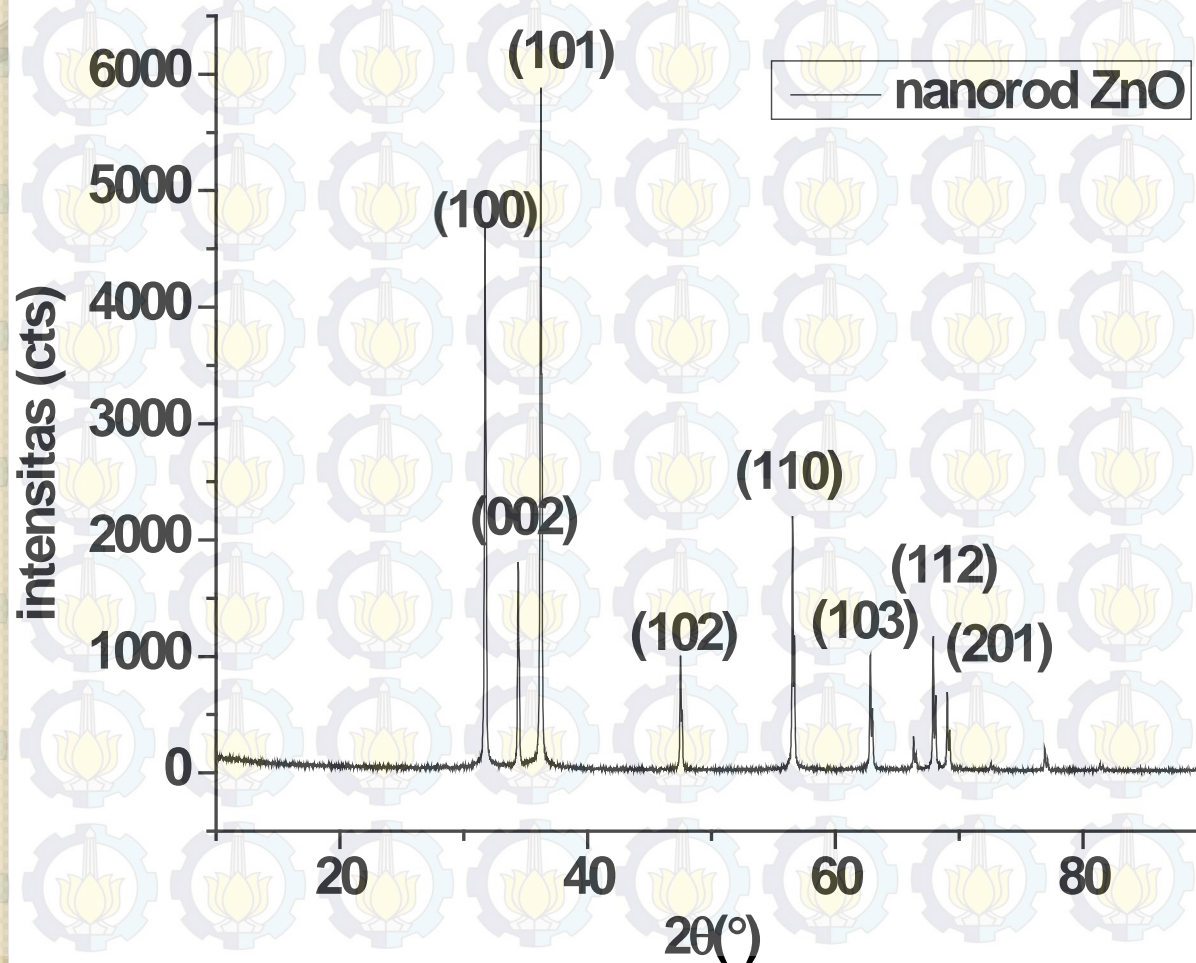
The diagram illustrates a research methodology flowchart. It begins with a circle labeled 'B'. An arrow points down from 'B' to a rectangular box containing the text 'Karakterisasi daerah Sensitivitas Spektrum DSSC dengan IPCE'. Another arrow points down from this box to a second rectangular box containing the text 'Pembahasan Pengaruh Pasta dan Perlakuan Panas terhadap Performansi DSSC'. A final arrow points down from the second box to a third rectangular box containing the text 'Kesimpulan'.

Karakterisasi daerah Sensitivitas
Spektrum DSSC dengan IPCE

Pembahasan Pengaruh Pasta dan Perlakuan
Panas terhadap Performansi DSSC

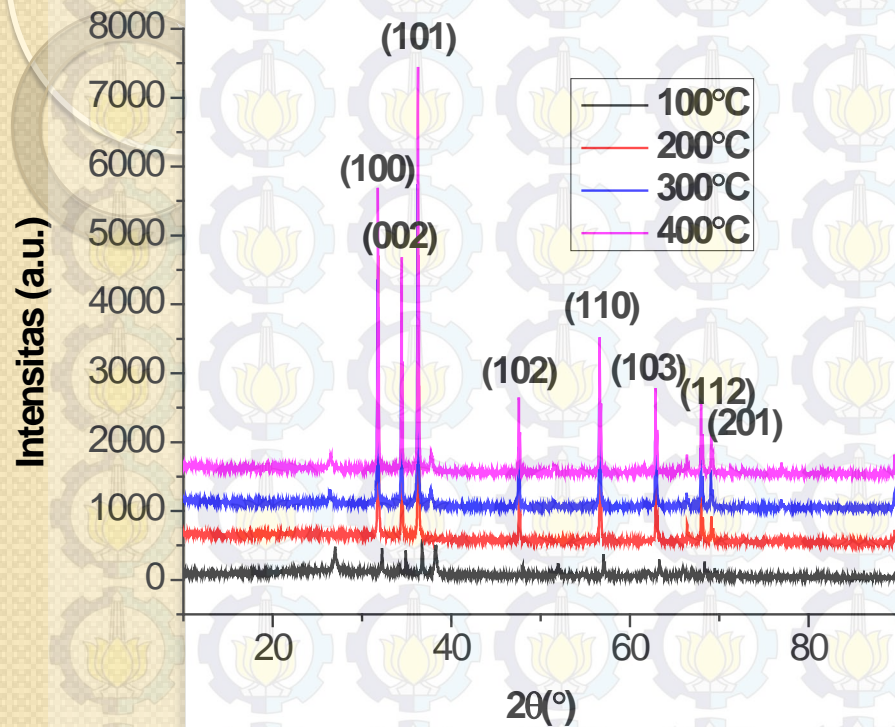
Kesimpulan

Karakterisasi XRD

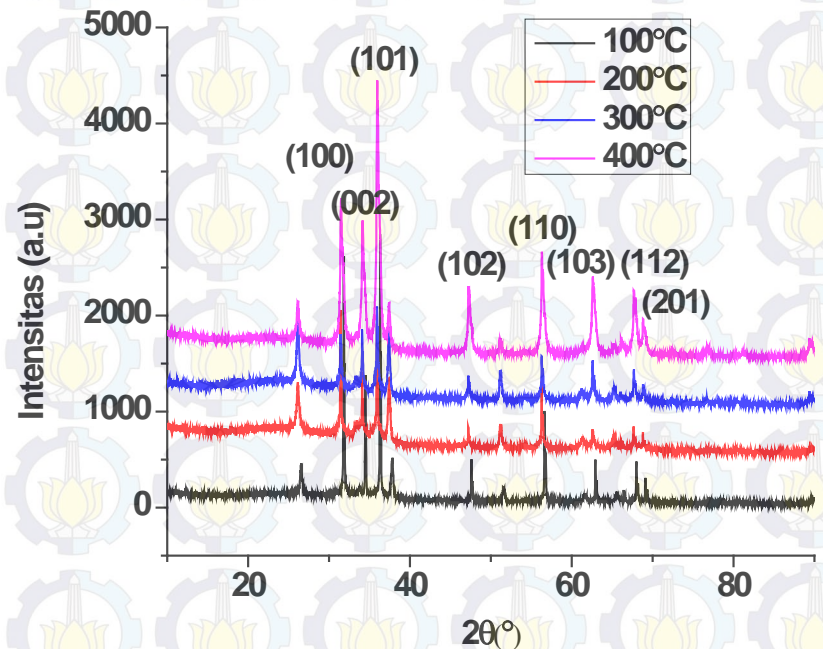


Serbuk ZnO
berbentuk
kristal dengan
struktur kristal
sesuai JCPDS
36-1451

Karakterisasi XRD

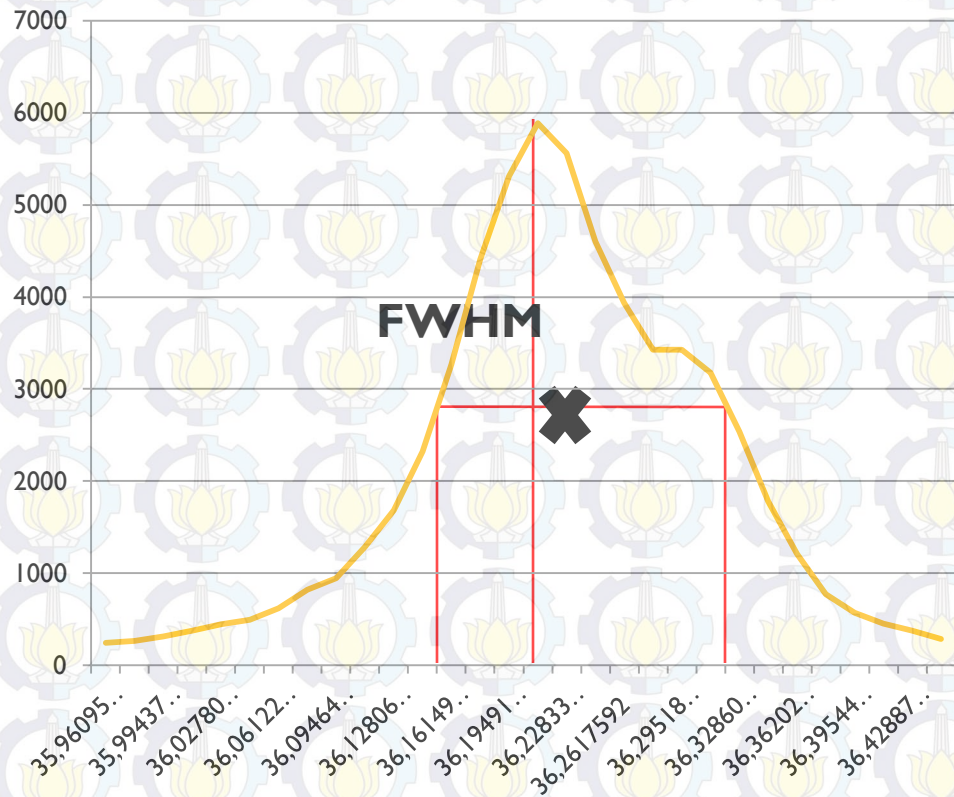


Metode Yonekawa



Metode Gratzel

Hasil Karakterisasi XRD



**Persamaan
Scherrer**

$$D = \frac{k\lambda}{\cos(\theta) * FWHM}$$

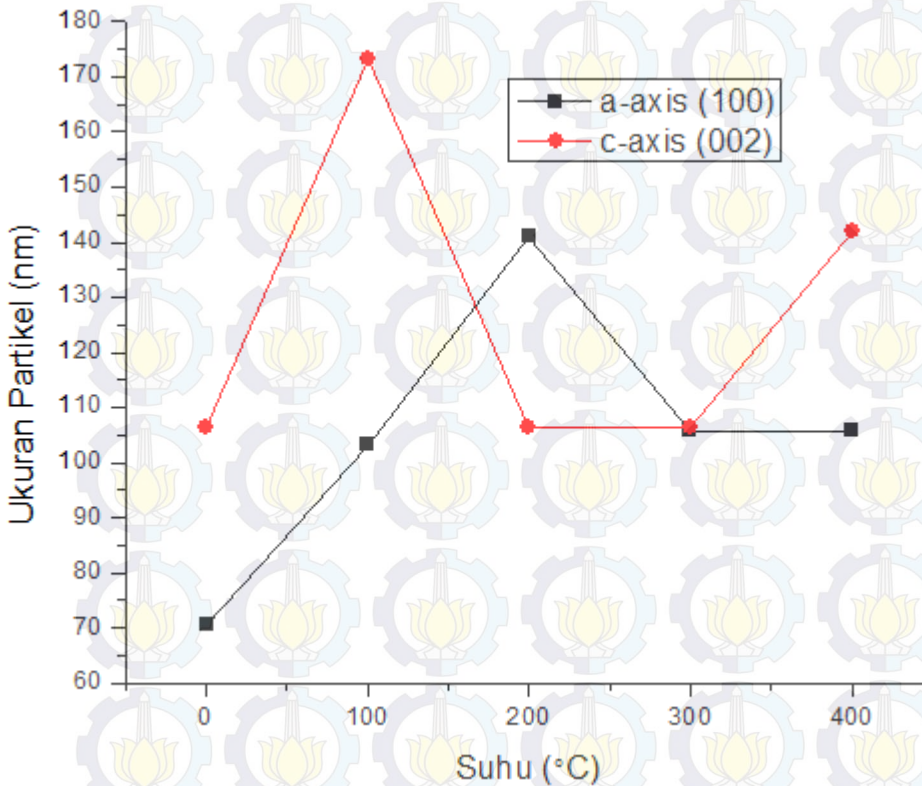
Dimana :

$\lambda = 1.5406 \text{ \AA} = 0.154 \text{ nm}$

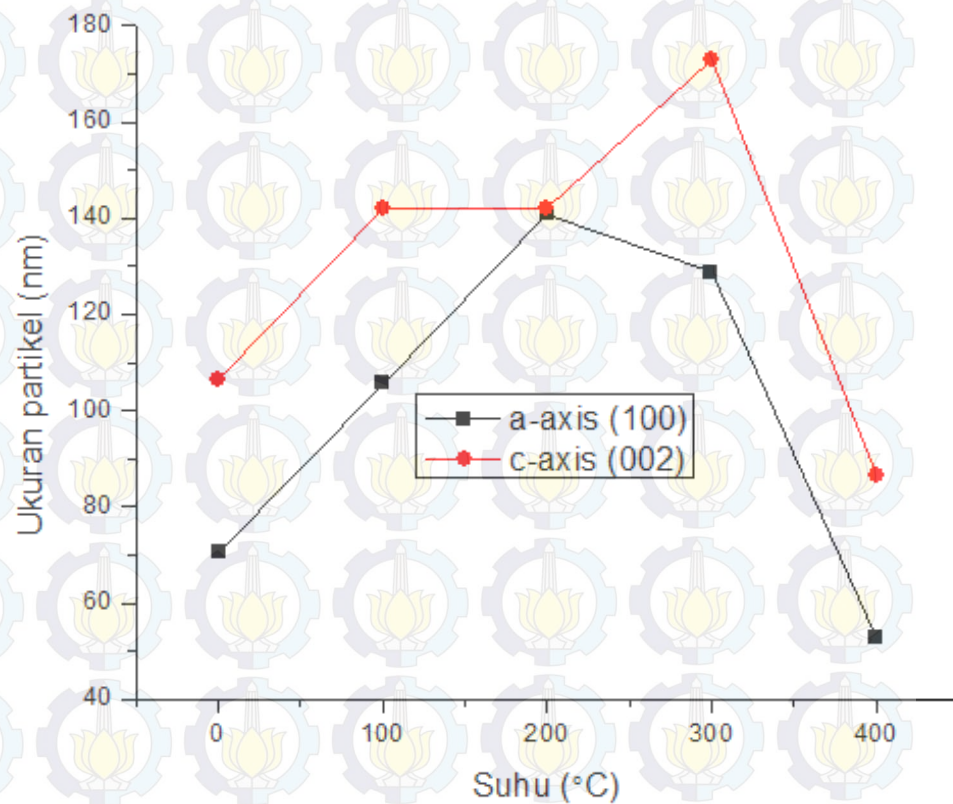
$k = \text{shape factor} = 0.94$

Suhu	Phkl	2 teta	FWHM	D (nm)
suhu ruang	100	31.7196	0.1224	70.48
	002	34.3852	0.0816	106.45
Metode	Phkl	2 teta	FWHM	D (nm)
Y100	100	32.2285	0.0836	103.32
	002	34.893	0.0502	173.28
Y200	100	31.7962	0.0612	140.99
	002	34.4563	0.0816	106.47
Y300	100	31.7355	0.0816	105.72
	002	34.3937	0.0816	106.46
Y400	100	31.7749	0.0816	105.73
	002	34.4343	0.0612	141.95
Metode	Phkl	2 teta	FWHM	D (nm)
G100	100	31.821	0.0816	105.75
	002	34.4862	0.0612	141.99
G200	100	31.4249	0.0612	140.86
	002	34.0894	0.0612	141.82
G300	100	31.4289	0.0669	128.86
	002	34.0939	0.0502	172.90
G400	100	31.4486	0.1506	57.24
	002	34.1152	0.1004	86.46

Hasil Karakterisasi XRD



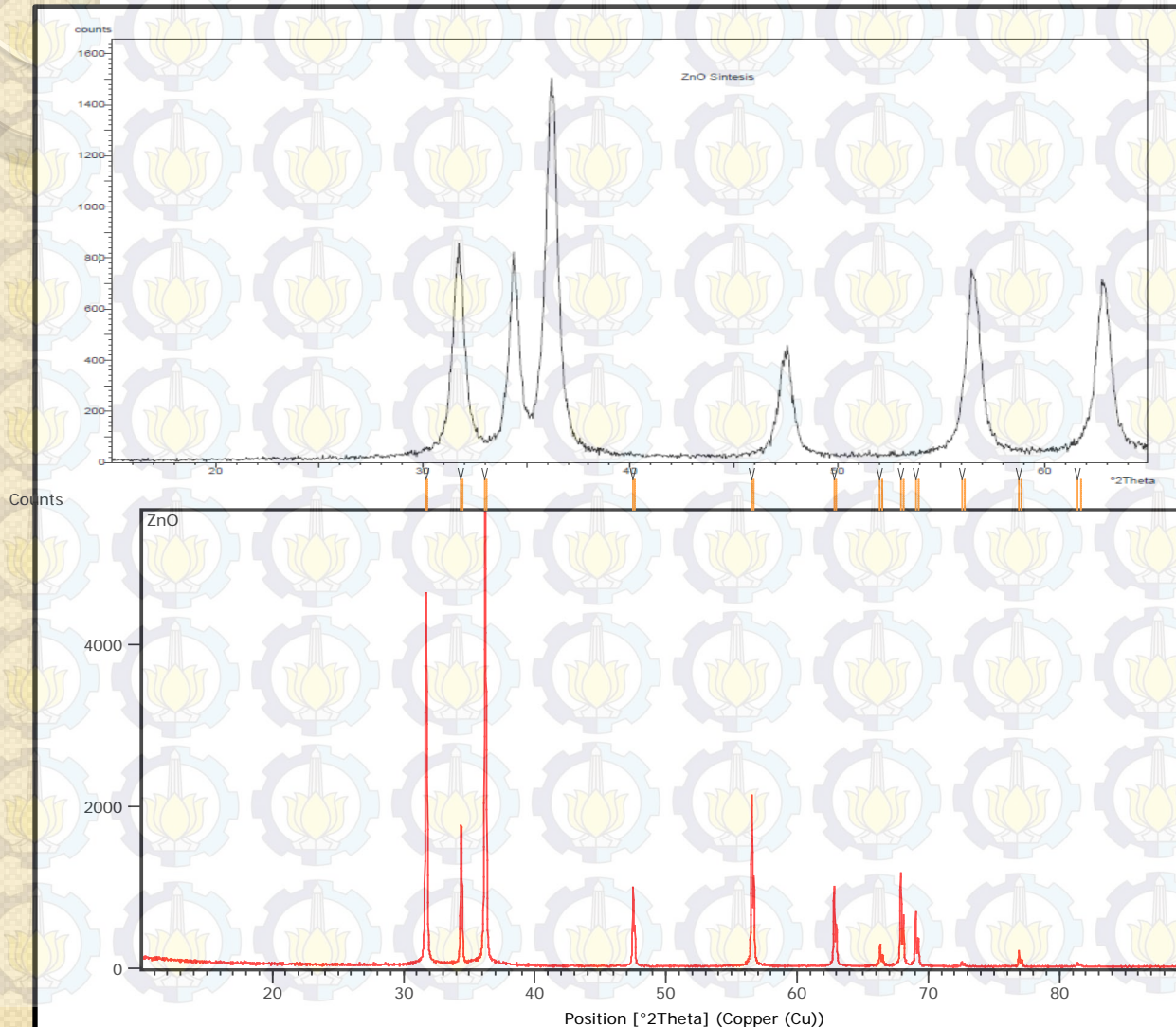
Ukuran Partikel Metode Yonekawa



Ukuran Partikel Metode Gratzel



Hasil Karakterisasi XRD



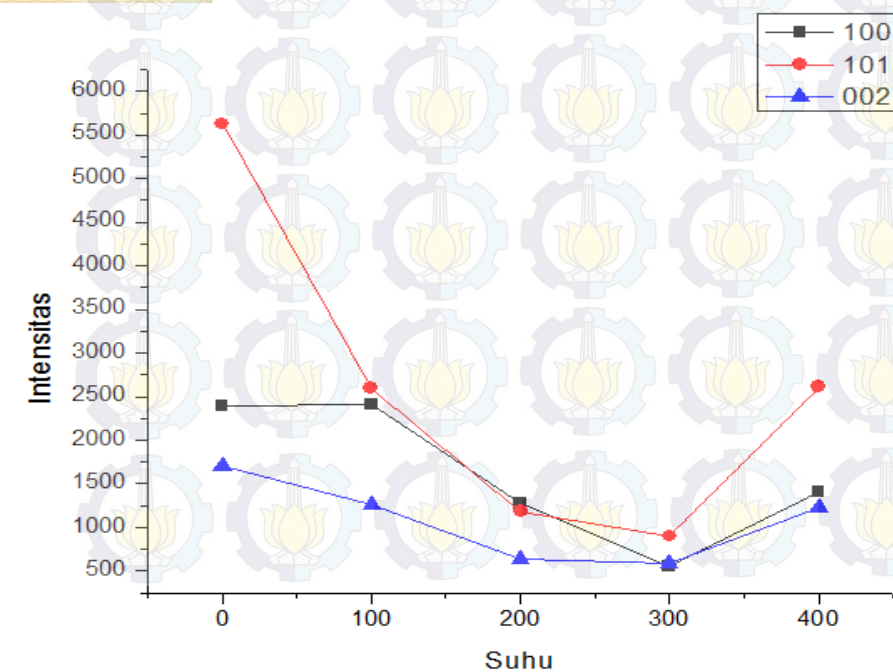
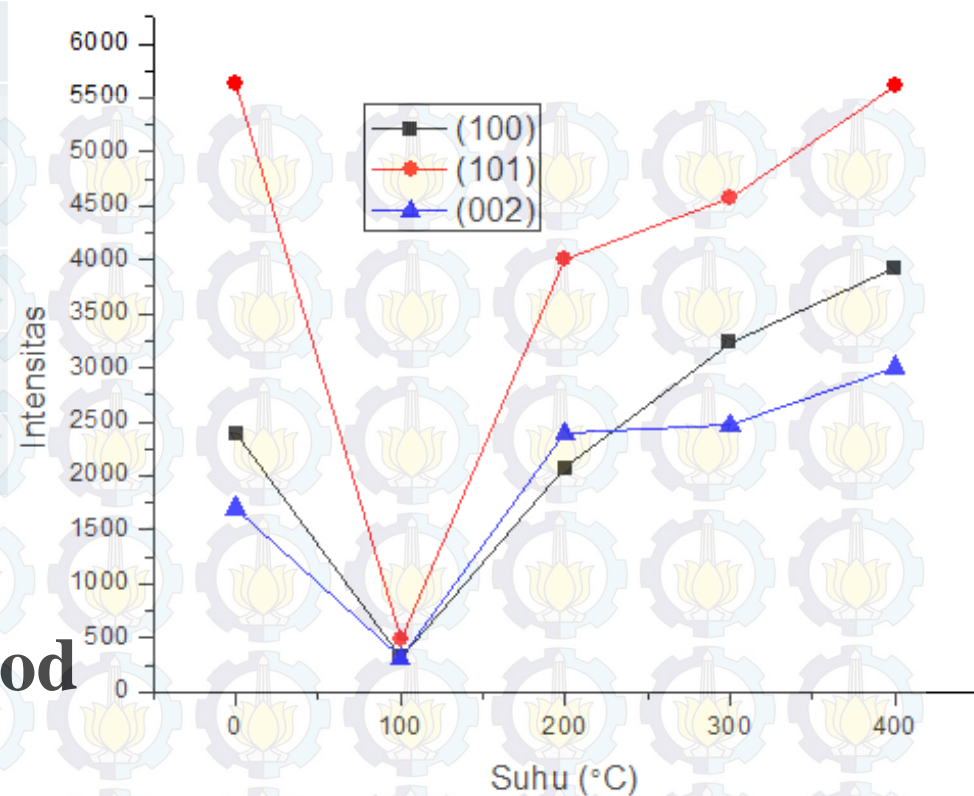
**Ukuran Partikel
ZnO Nanopartikel
13,93 nm**

**Ukuran Partikel
Nanorod ZnO 70,48
nm (a-axis) dan
106,45 nm (c-axis)**

Metode	(100)	(101)	(002)
Y 0	2396.46	5628.74	1700.72
Y 100	316.77	491.36	307.79
Y 200	2073.1	4010.48	2393.58
Y 300	3233.39	4566.05	2464.82
Y 400	3924.94	5615.81	3005.38

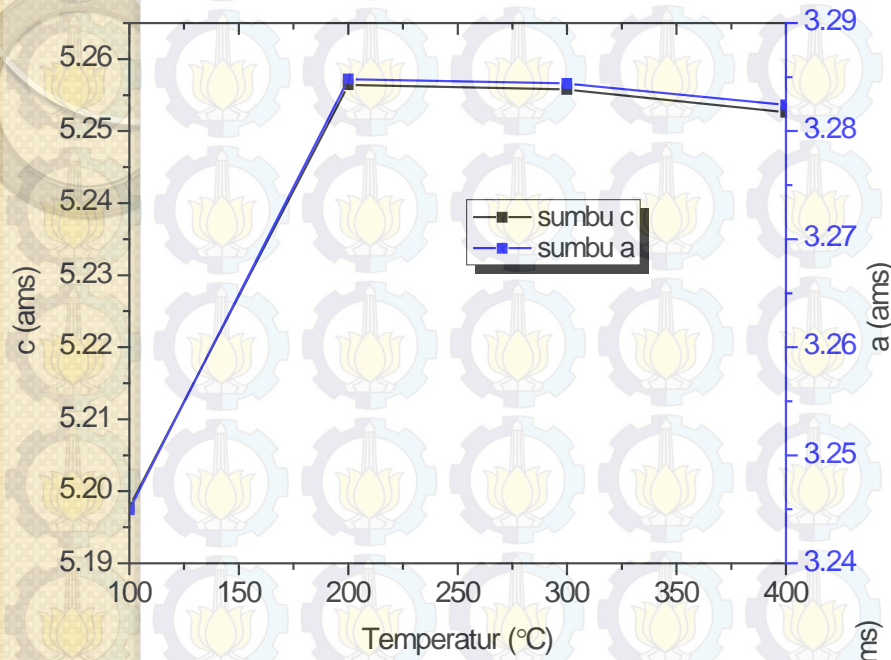


Nilai Intensitas untuk Nanorod

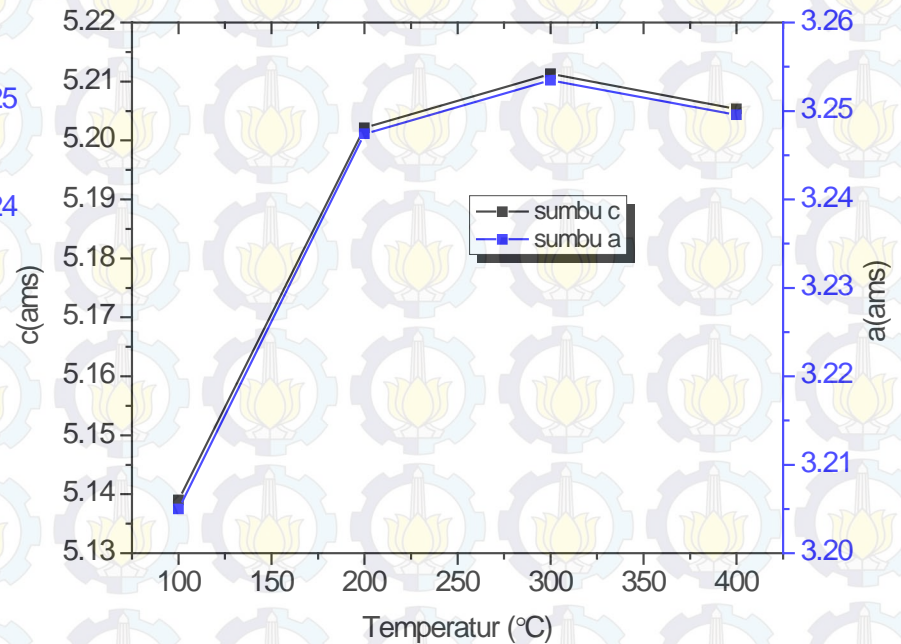


Metode	(100)	(101)	(002)
G 0	2396.46	5628.74	1700.72
G 100	2409.86	2593.16	1260
G 200	1283.31	1185.67	637.3
G 300	557.76	899.06	590.03
G 400	1406.5	2610.09	1227.98

Lattice (Kisi)

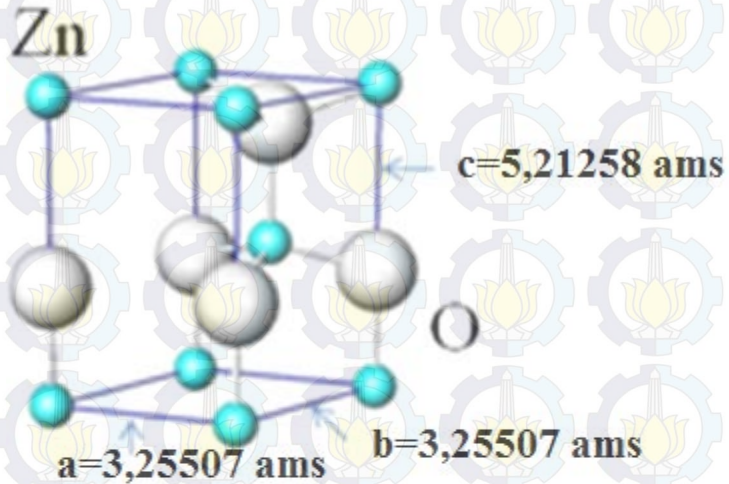


Kurva Lattice untuk Metode Gratzel



Kurva Lattice untuk Metode Yonekawa

Nilai c/a

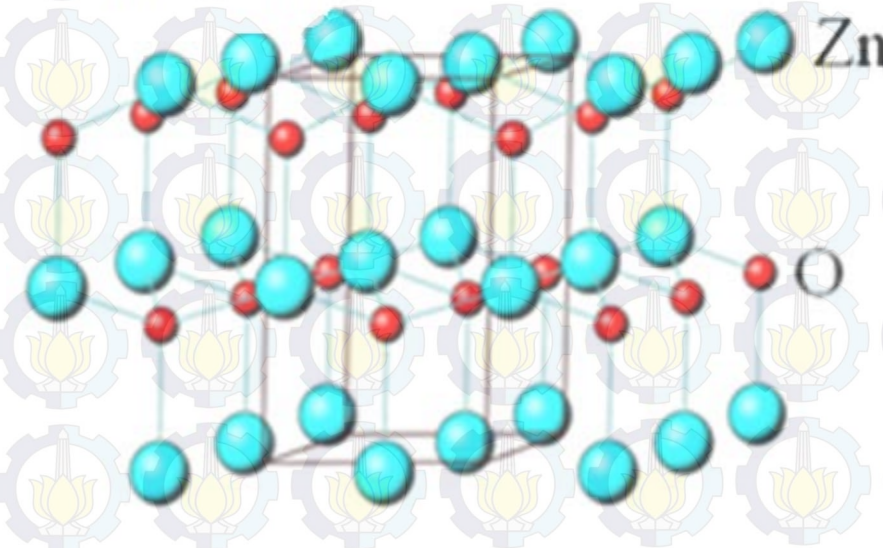


Berdasarkan JCPDS 35-1451:

$$a = 3,24982$$

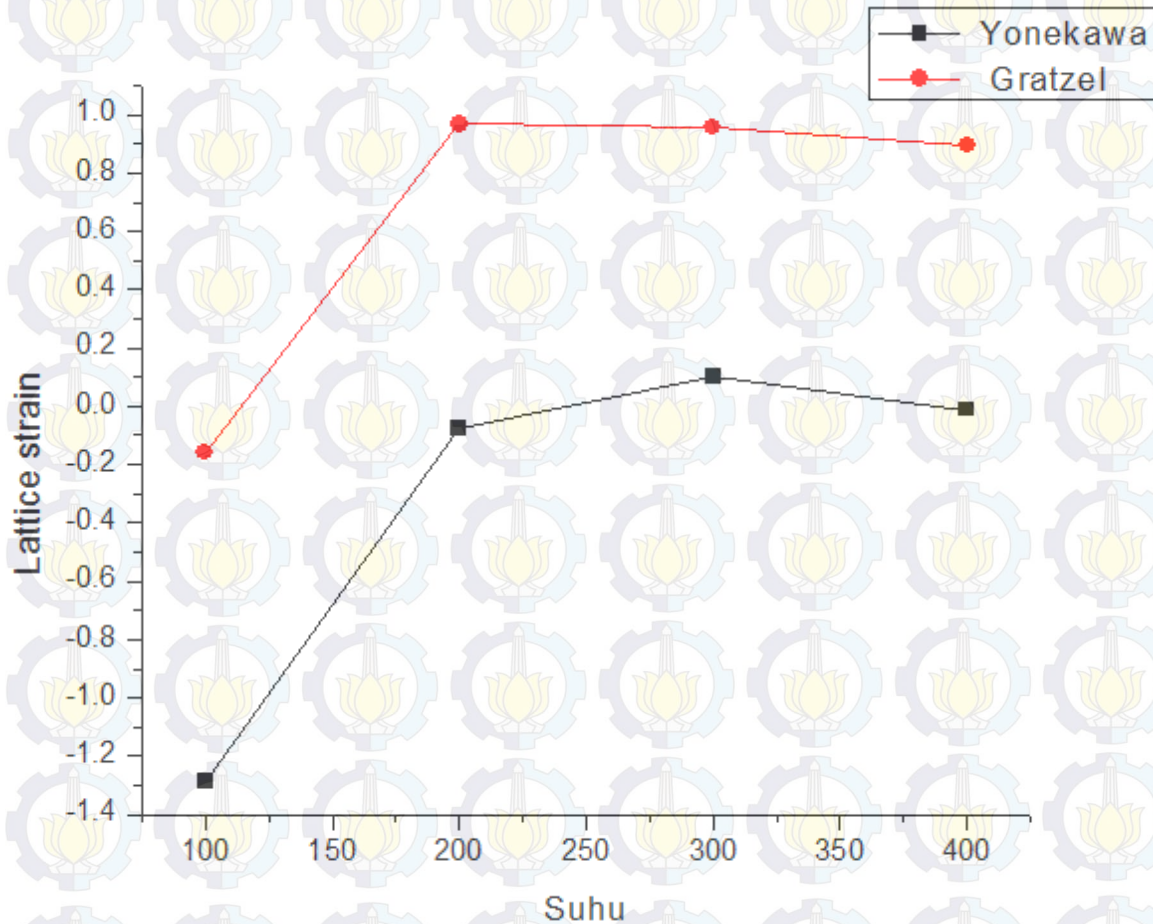
$$c = 5,20661$$

$$c/a = 1,60212$$



$$a = \frac{\lambda}{\sqrt{3} \sin \theta_{100}} \text{ and } c = \frac{\lambda}{\sin \theta_{002}}$$

Lattice Strain



$$\epsilon_z = \frac{c - c_o}{c_o} \times 100\%$$

dengan $c_o = 5,206 \text{ \AA}$

Berdasarkan persamaan Brag's, Index Miller 101 menunjukkan $P_{hkl} > 1$, berarti lebih pada partikel yang berorientasi.

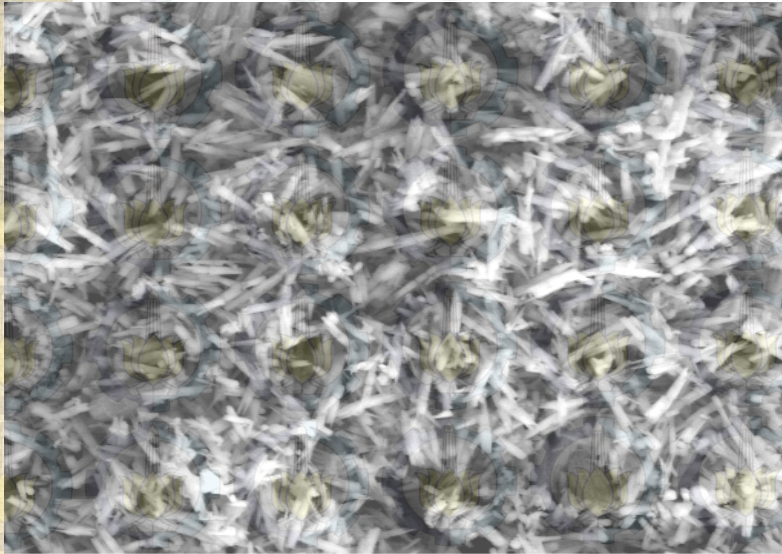
$$P_{hkl} = \frac{I_{hkl}}{I'_{hkl}} \frac{\sum I'_{hkl}}{\sum I_{hkl}}$$

Miller Index (hkl)	d-Spacing XRD	d-Spacing JCPDS	Intensitas XRD	Intensitas JCPDS	FWHM M	Phkl
100	2,82	2,81	2396,46	57	0,04	0,8665
002	2,61	2,6	1700,72	44	0,08	0,7966
101	2,48	2,48	5628,74	100	0,08	1,1601
102	1,91	1,91	971,19	23	0,08	0,8703
110	1,63	1,62	2109,68	32	0,1	1,3587
103	1,48	1,47	983,44	29	0,1	0,6989
200	1,41	1,41	137,2	4	0,08	0,7069
112	1,38	1,38	1157,47	23	0,1	1,0372
201	1,36	1,36	681,98	11	0,08	1,2778
004	1,3	1,3	57,35	2	0,1	0,591
202	1,24	1,24	179,38	4	0,1	0,9242
104	1,18	1,18	56,02	1	0,1	1,1546
203	1,09	1,09	291,96	7	0,1	0,8596
JUMLAH			16351,59	337		

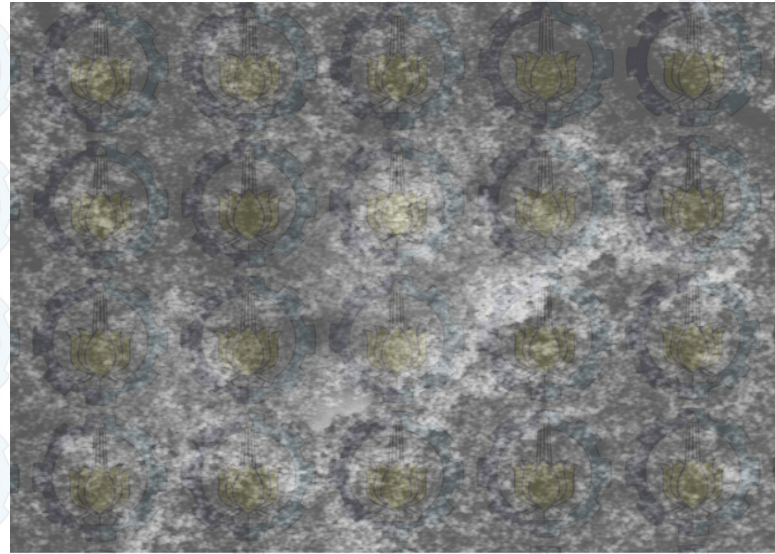
Hasil Karakterisasi SEM

ZnO Nanorod

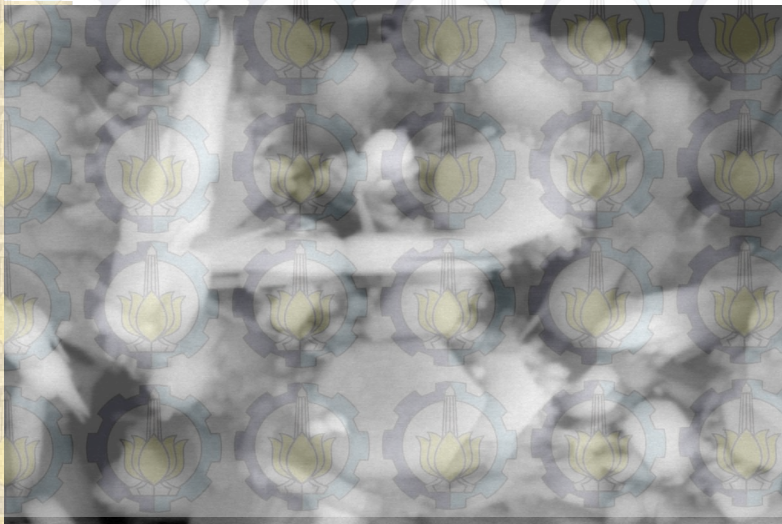
ZnO Nanopartikel



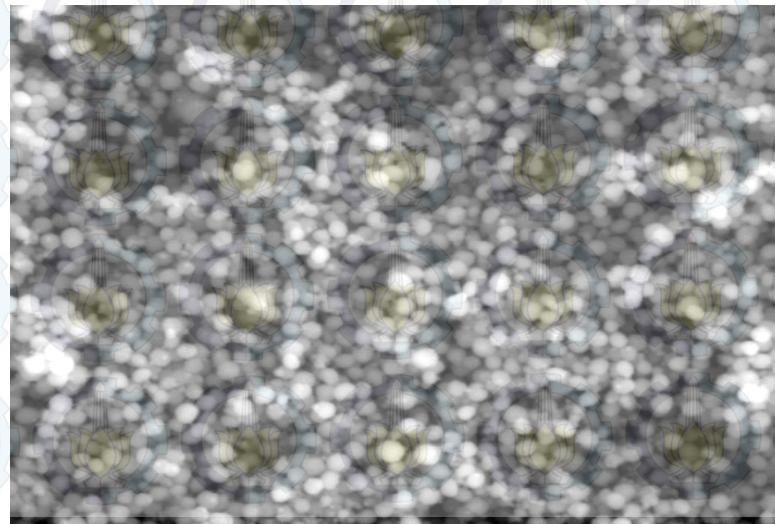
VWD 17.8 mm spot 4.0 HV 20.00 kV mag 5 000 x 30 µm
Material and Metallurgical Eng.Dept.ITS



mag 5 000 x VWD 8.0 mm spot 3.5 HV 20.00 kV 30 µm
Material and Metallurgical Eng.Dept.ITS

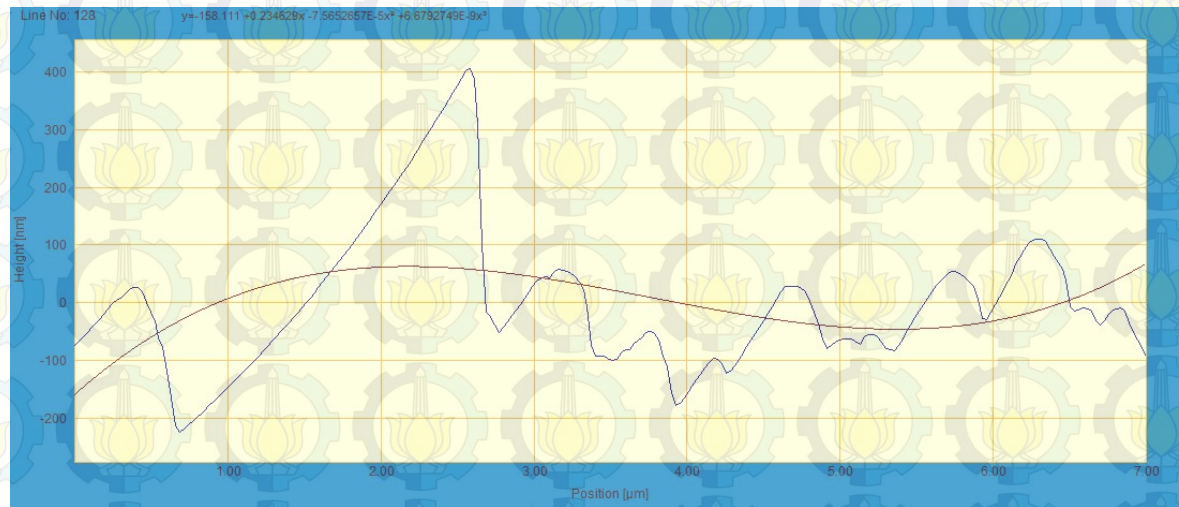


VWD 17.8 mm spot 3.5 HV 20.00 kV mag 25 000 x 5 µm
Material and Metallurgical Eng.Dept.ITS

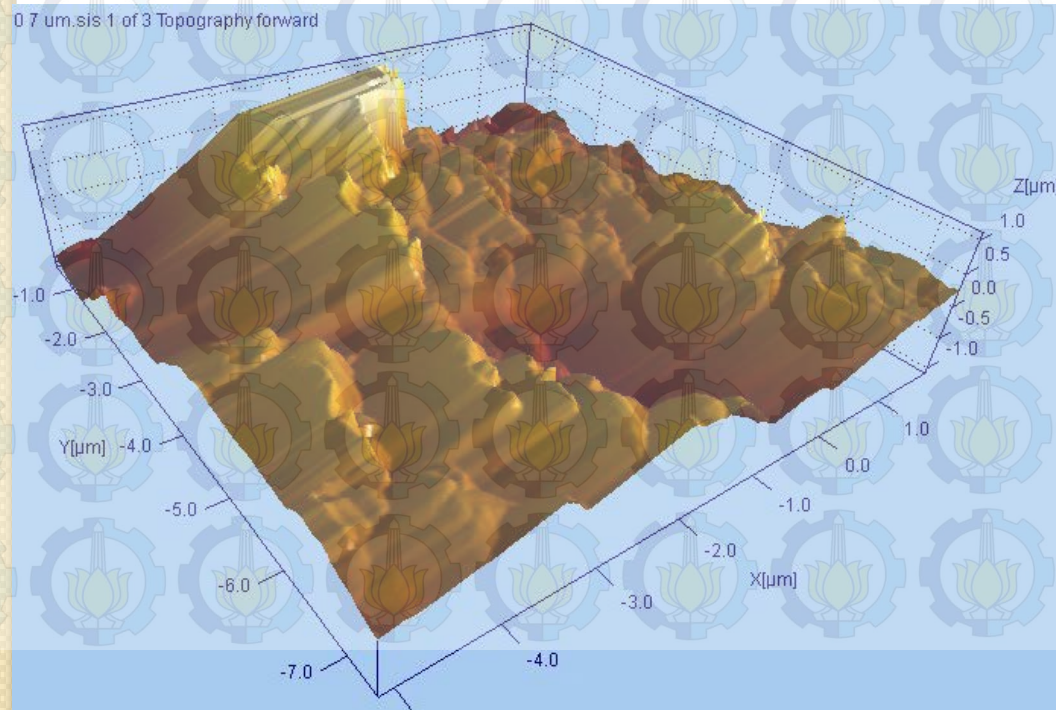


mag 20 000 x VWD 10.0 mm spot 3.5 HV 20.00 kV 5 µm
Material and Metallurgical Eng.Dept.ITS

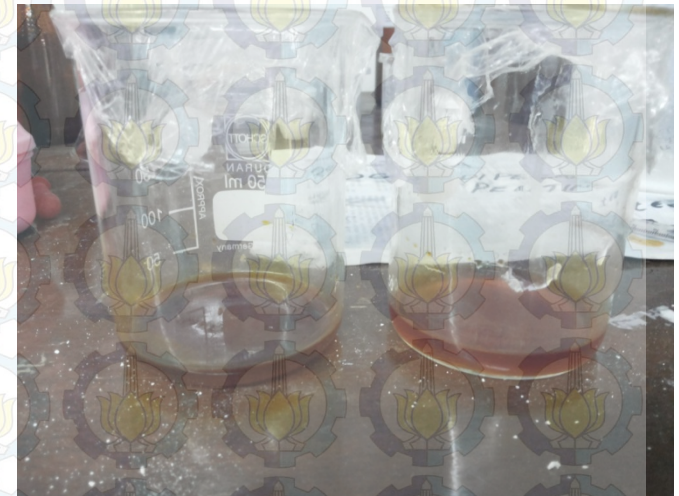
AFM (Atomic Force Microscopy)



0.7 μm .sis 1 of 3 Topography forward

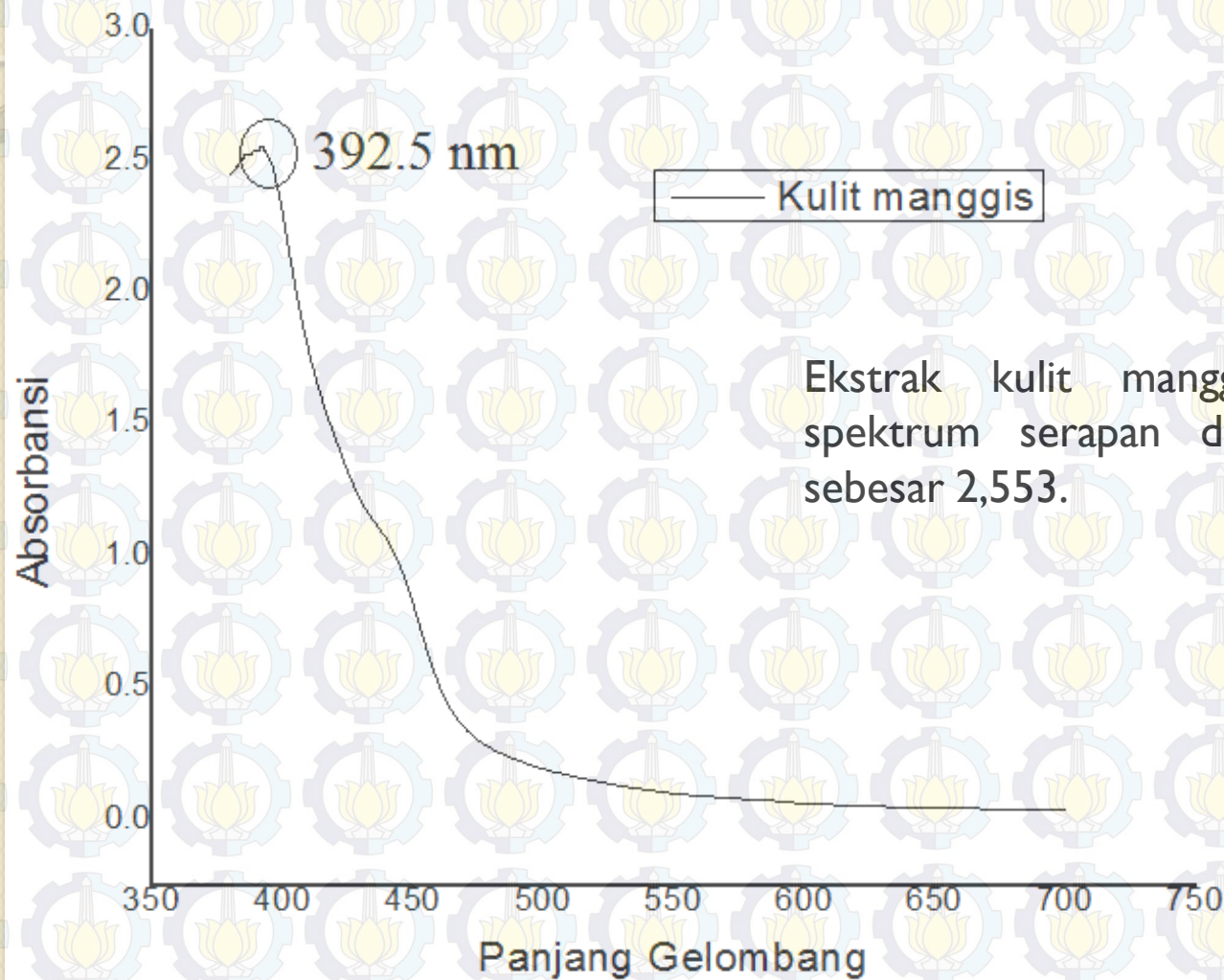


Ekstraksi *Dye*

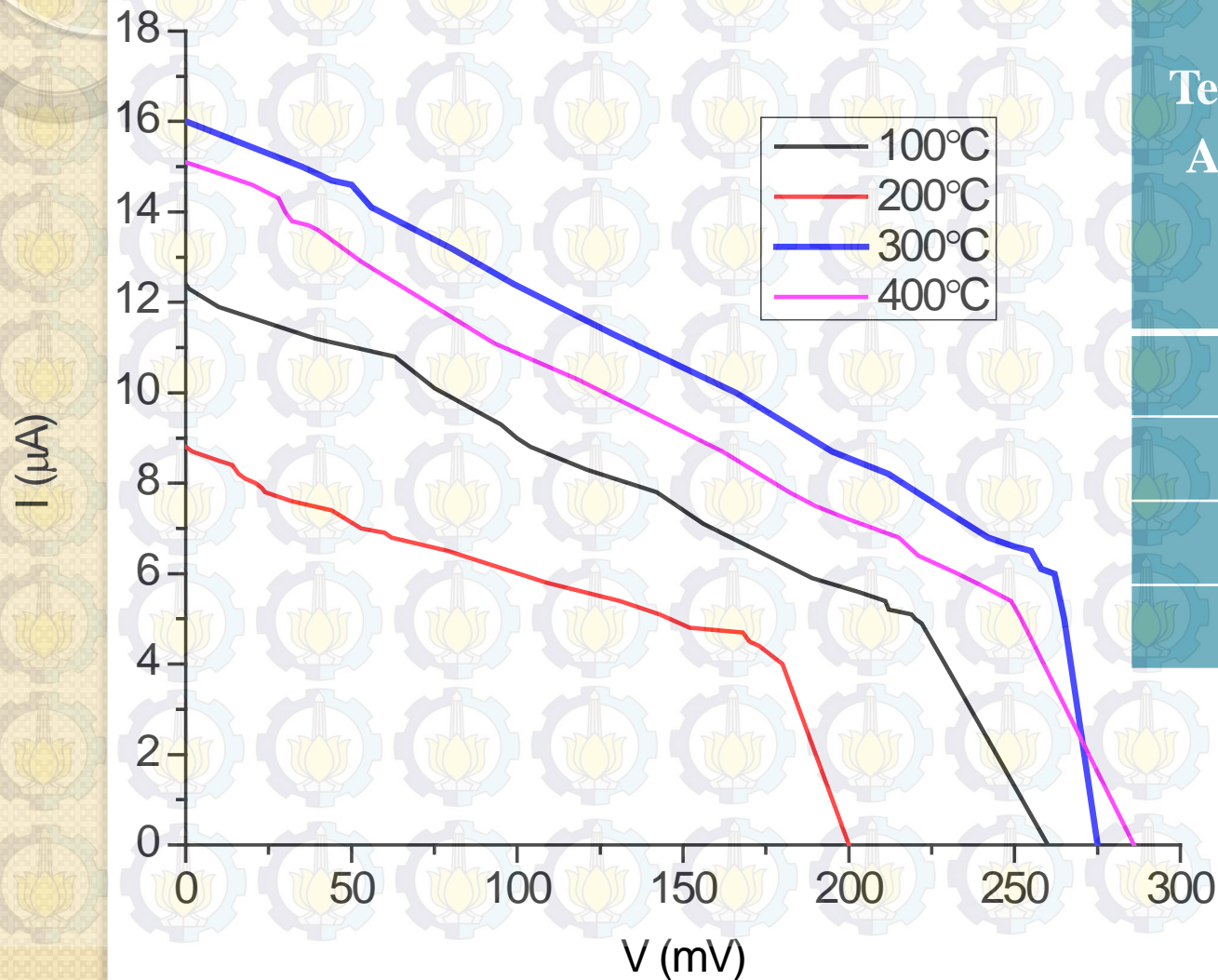


Penguapan 100ml ethanol yang ditempatkan pada labu yang dipanaskan pada suhu 200°C , sementara bagian dalam alat soklet berisi 20 gram serbuk dye,

Uji UV-Vis

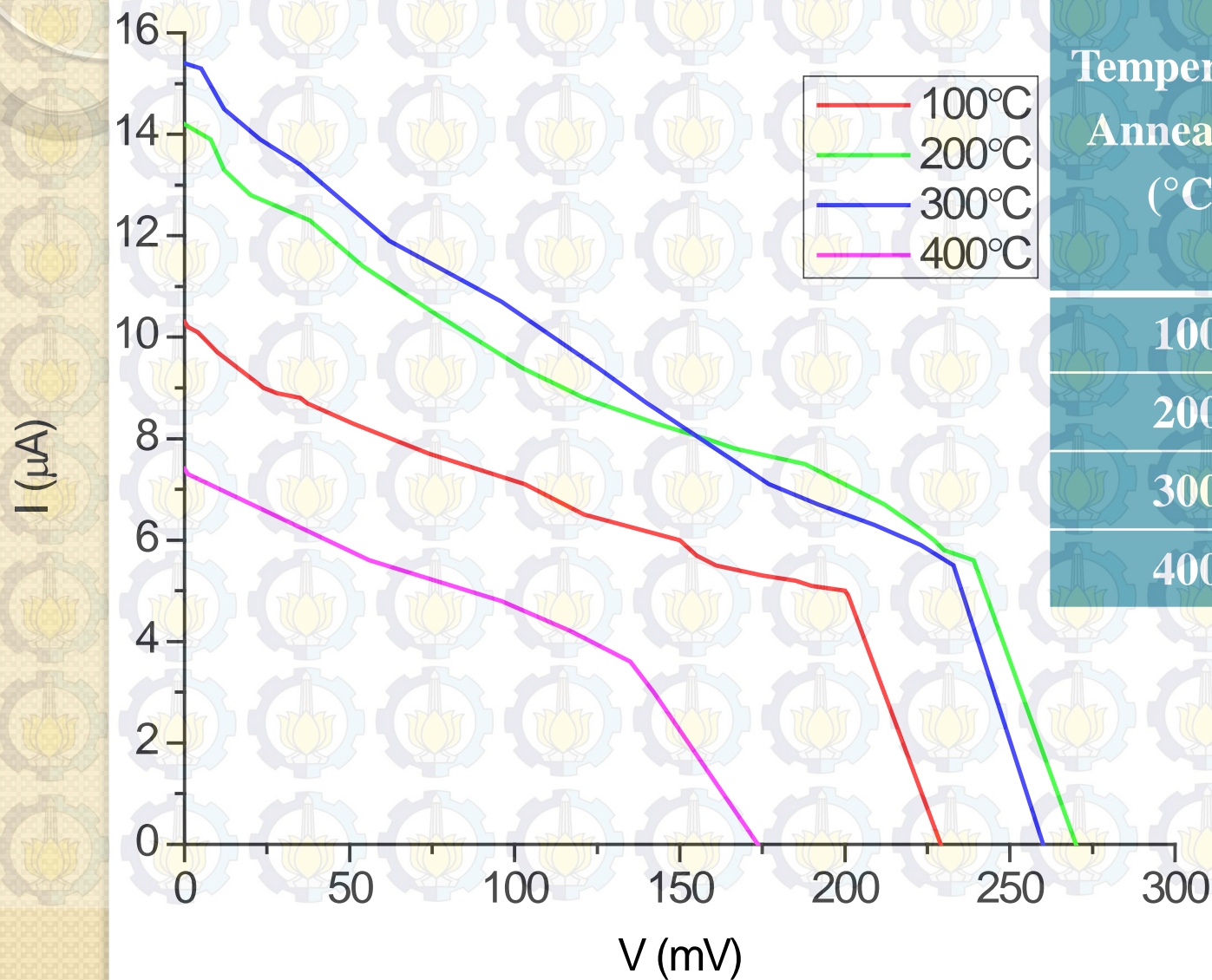


Kurva I-V Yonekawa



Temperatur Annealing (°C)	η (%)
100	0.030
200	0.021
300	0.046
400	0.039

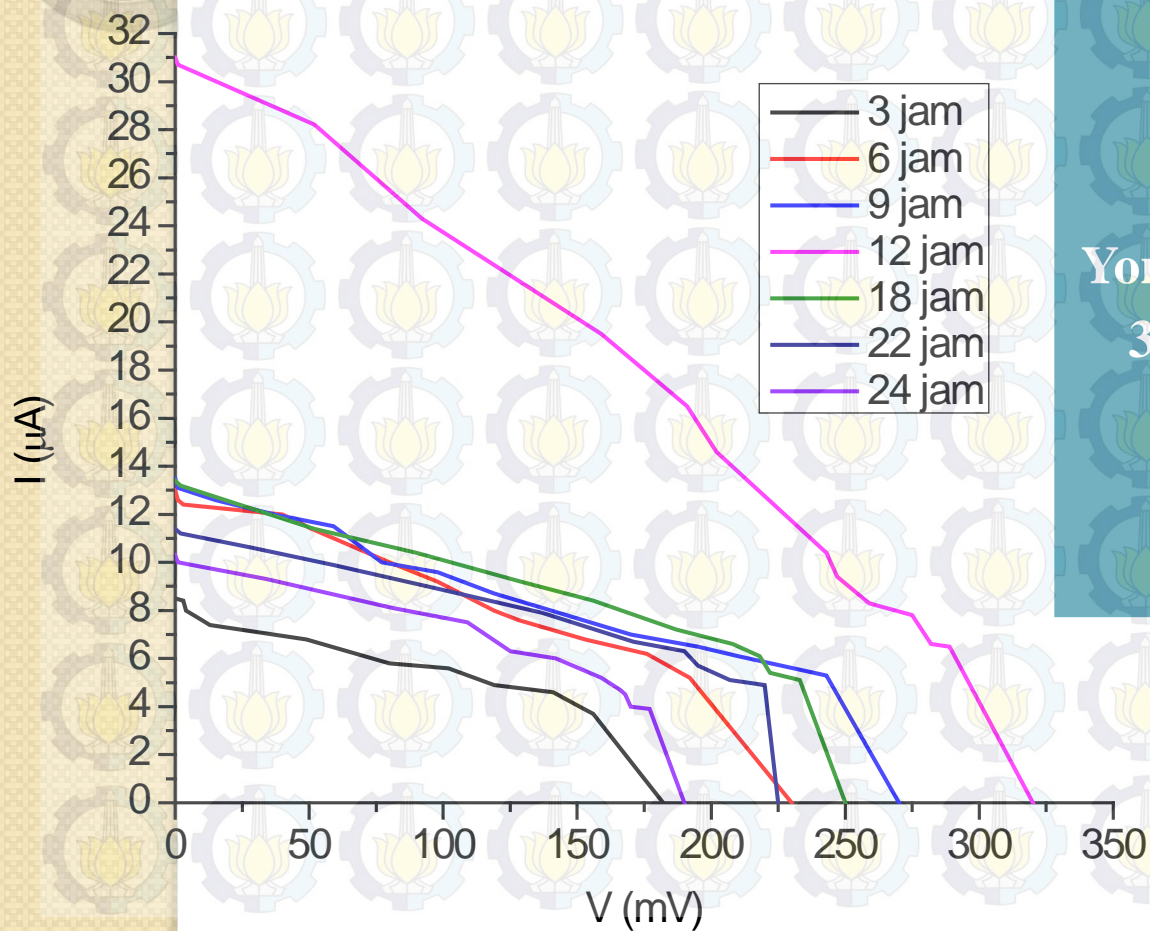
Kurva I-V Gratzel



Temperatur Annealing ($^{\circ}\text{C}$)	η (%)
100	0.027
200	0.038
300	0.035
400	0.013

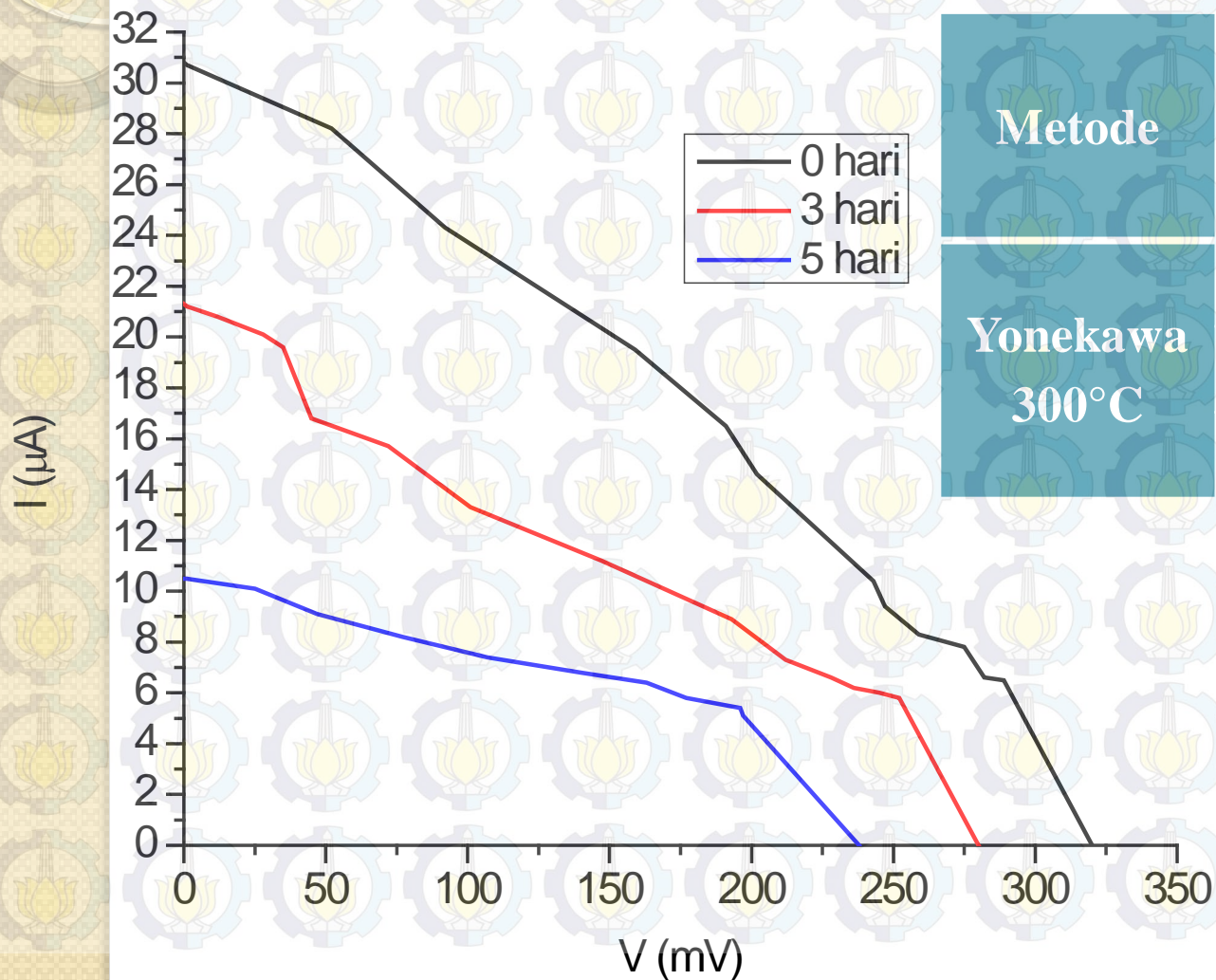
Metode	Temperatur Annealing (°C)	V _{oc} (mV)	J _{sc} (μA/cm ²)	V _{max} (mV)	J _{max} (μA/cm ²)	FF (%)	η (%)
Gratzel	100	229	41.2	200	20	0.42	0.027
	200	491	58	212	26.8	0.19	0.038 ✓
	300	266	63.6	209	25.2	0.22	0.035
	400	174	29.6	135	14.4	0.38	0.013
Yonekawa	100	260	49.6	211	21.6	0.35	0.030
	200	251	35.2	168	18.8	0.36	0.021
	300	275	64	212	32.8	0.40	0.046 ✓
	400	286	60.4	215	27.2	0.34	0.039

Dye loading time



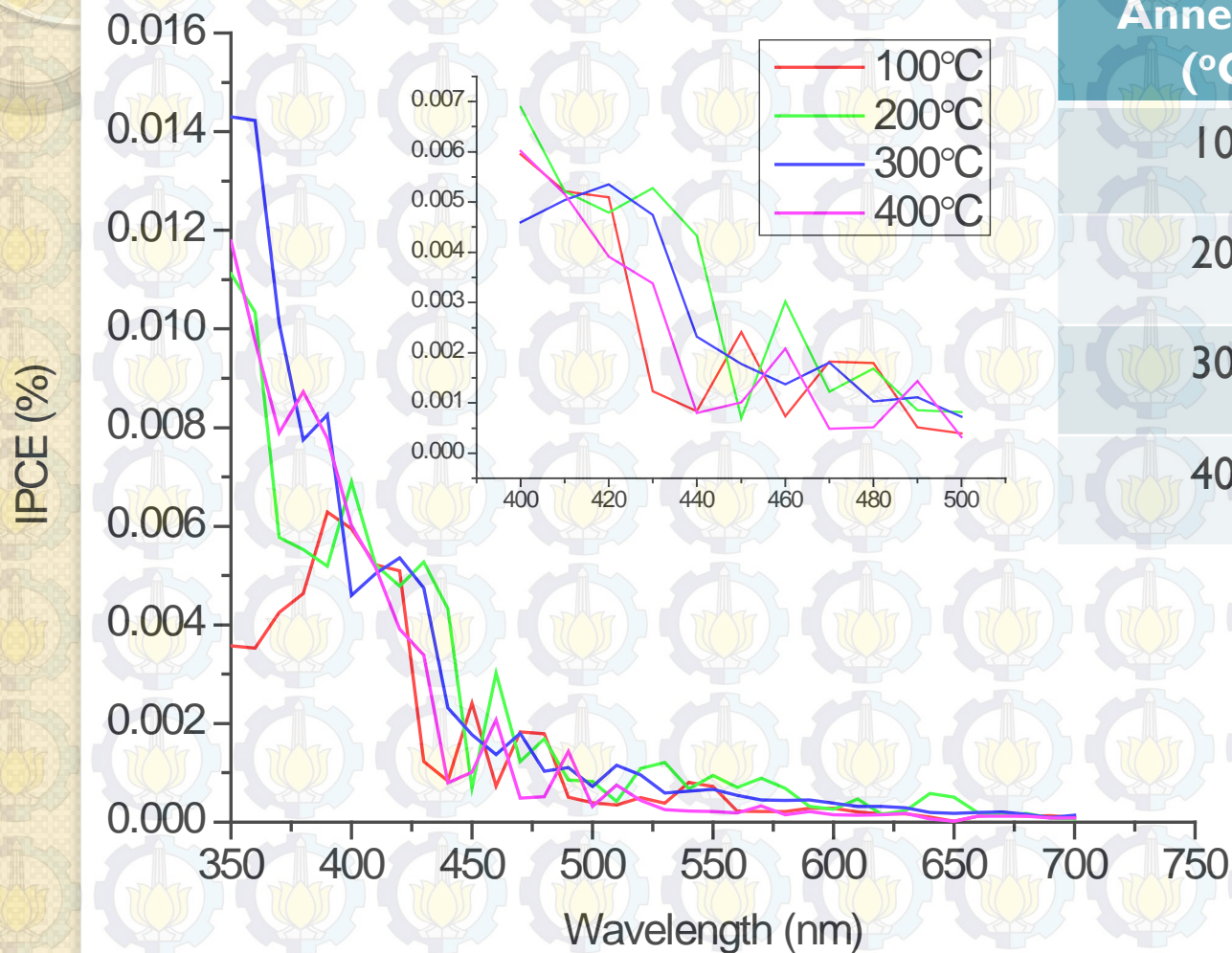
Metode	Dye loading time (jam)	η (%)
Yonekawa 300°C	3	0.017
	6	0.029
	9	0.034
	12	0.084
	18	0.037
	22	0.031
	24	0.022

Life time



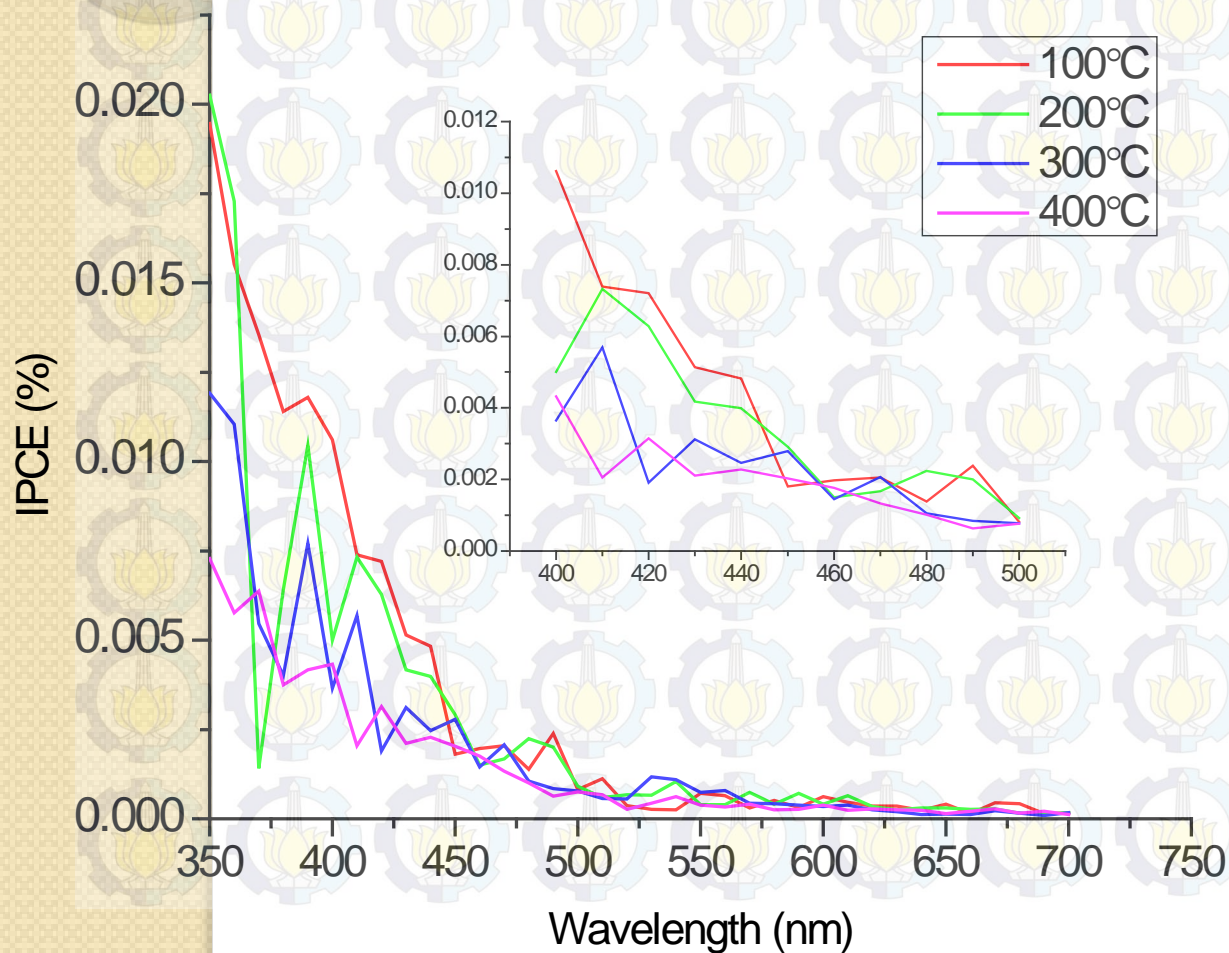
Metode	Application (hari)	η (%)
Yonekawa 300°C	0	0.084
	3	0.046
	5	0.028

IPCE-Yonekawa



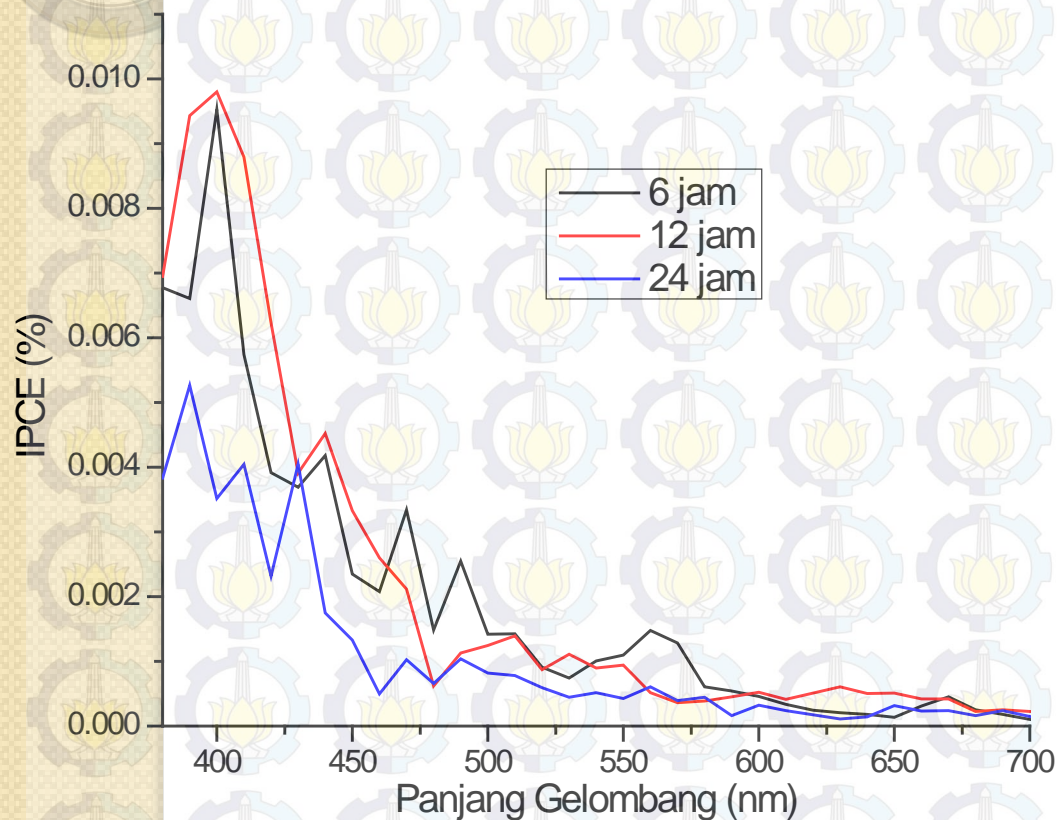
Temperature Annealing (°C)	IPCE (%)
100	0,00629
200	0.00689
300	0.00825
400	0.00873

IPCE-Gratzel



Temperature Annealing (°C)	IPCE (%)
100	0,01179
200	0.01046
300	0.00770
400	0.00432

IPCE dye-loading time



Dye-loading time (jam)	IPCE (%)
3	0,004683
6	0.009531
9	0.009669
12	0.009802
18	0,006214
22	0,005896
24	0.005267

Simpulan

- A. Nanorod ZnO yang merupakan hasil sintesis Zink Asetat dengan EG memiliki ukuran partikel sebesar 70,48 nm (100), 106,99 nm (101), dan 106,45 nm (002) dengan ukuran partikel rata-rata sebesar 96,64 nm, sementara diameter nanorod berkisar antara 90-150 nm .
- B. Performansi terbaik dihasilkan pada preparasi pasta dengan menggunakan metode Yonekawa pada temperatur 300°C yaitu efisiensi sebesar 0,05%, V_{oc} 275 mV, J_{sc} 64 $\mu A/cm^2$, dan FF 0,4% di mana nilai c/a = ideal.
- C. Dye loading time maksimum sebesar 12 jam.
- D. Efisiensi menurun secara linier dari 0,084% sampai dengan 0,028% jika DSSC yang sama diukur sampai dengan waktu 5 hari.



Terima Kasih